

УДК 622.834.53

Фролов О.В. к.т.н., доц., зав. каф., Моторна Є.Я., студ гр. Мм-17

Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

ПРО АКТИВІЗАЦІЮ ЗРУШЕНЬ ПОВЕРХНІ НАД ВИРОБЛЕНИМИ ПРОСТОРАМИ ПРИ ЗАТОПЛЕННІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Рухи земельної поверхні, викликані веденням гірничодобувних робіт, створюють потенційну небезпеку як підземним виробкам так і поверхневим об'єктам внаслідок порушення гідрогеологічної рівноваги і зміні фізико-механічних властивостей порід під дією води. Окрім того внаслідок ведення підземних робіт під населеними пунктами і об'єктами відпочинку виникає необхідність захисту поверхневих потоків та підземних вод від несприятливих наслідків підробки. Тому прогнозування можливого впливу на поверхневі об'єкти і споруди є вкрай важливим і є підставою розробки заходів з охорони об'єктів поверхні.

Загальні закономірності розвитку деформацій в гірській товщі над лавою що виймає вугільний пласт добре вивчені. Параметри мульди зрушення і деформації в ній розраховуються відповідно до Правил підробки [1], які є нормативним документом. Але в реальних умовах Донбасу, внаслідок затоплення старих гірничих виробок підземними водами, відбувається підняття рівня шахтних вод і затоплення виробленого простору, що супроводжується зволоженням гірських порід і зміною їх фізико-механічних властивостей. При цьому, знижується міцність порід над виробленим простором лав і активізуються процеси зрушення товщі, включаючи земну поверхню. Це в свою чергу змінює гідрогеологічний режим в прилягаючому гірському масиві, збільшує притоки, затоплення, при цьому негативний вплив збільшується.

На даний момент активізація процесів зрушення над виробленим простором лав, в результаті затоплення виробленого простору вивчені не достатньо.

Аналіз результатів гідрогеологічних досліджень при затопленні виробок на шахтах Донбасу наведених в роботах [2, 3], дозволив встановити, що водоприток у вироблений простір при його затопленні формується за рахунок: інфільтрації атмосферних опадів, живлення транзитними водами, що містяться у приповерхневому водоносному горизонті і за рахунок бічного притоку. Отже, закономірності відновлення рівнів підземних вод різні.

У гірському масиві з розвинутою, внаслідок його підробки, техногенною тріщинуватістю режим надходження води у вироблений простір й формування гідродинамічних умов затоплення, проходить під впливом сукупності взаємодії природних та технологічних факторів.

Вплинути на природні фактори (клімат, рельєф, наявність поверхневих вод, ступінь оголення корінних порід, літологічний склад вміщуючих порід, кількість водоносних горизонтів і їх потужність) неможливо. Однак вони відрізняються певною постійністю і їх вплив може бути врахований за допомогою стохастичних моделей. Технологічні фактори обумовлені процесом вуглевидобутку. Це насамперед форма і розміри виробленого простору.

Для найпростішого випадку – виробленого простору однієї лави, гіпотетичний механізм розвитку зрушень в породному масиві і збільшення розмірів мульди, що, на думку авторів, має місце в реальних умовах, наведені на рис. 1.

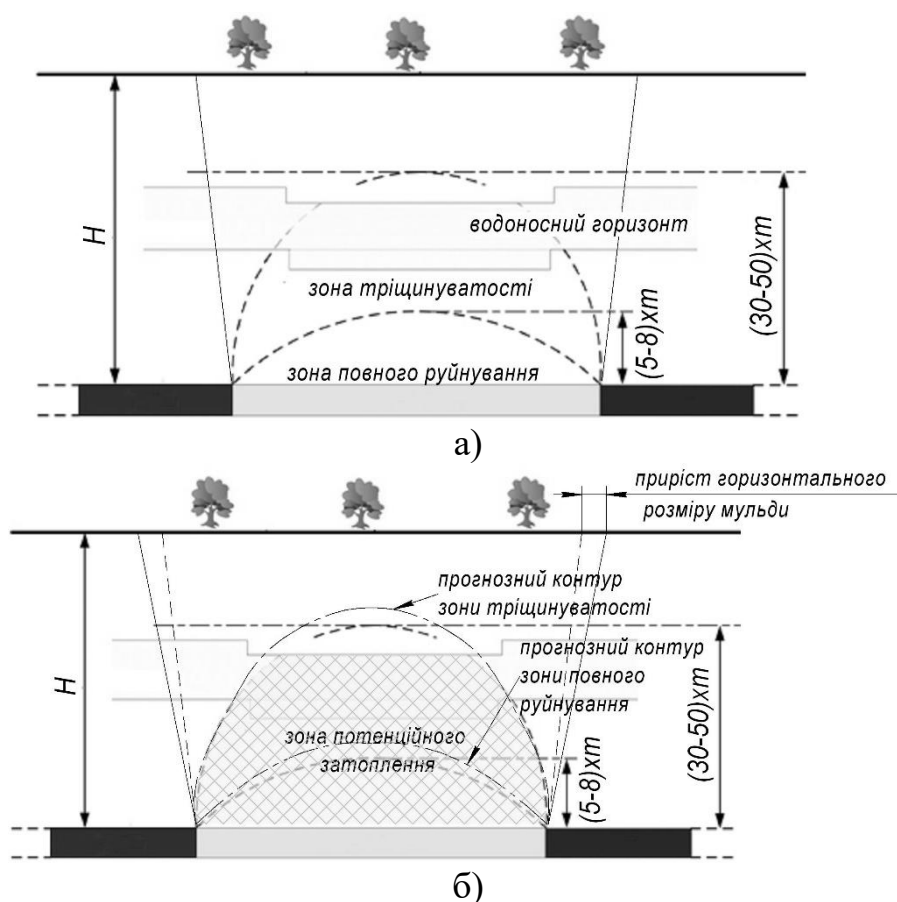


Рис. 1 Механізм розвитку зрушень в породному масиві при затопленні виробленого простору а) початок процесу б) результат затоплення

Основною передумовою активізації зрушень в породному масиві є порожнини і відкриті тріщини. Заповнення порожнини водою призводить до руйнування встановлених склепін, внаслідок знеміцнення порід при їх водонасиченні. Це призводить до повторних зсувів гірських порід і їх розвитку до земної поверхні. При відпрацюванні пластів вище горизонту небезпечної глибини деформацій, зрушення можуть приводити до руйнування будівельних конструкцій, споруд. Їх розвиток сприяє потраплянню поверхневих вод по

вторинним тріщинам в породну товщу і їх поєднання з ґрунтовими і, навіть, підземними водами.

Точну прогнозну оцінку такого впливу наразі надати неможливо. Згідно з дослідженнями [4] у Центральному районі Донбасу після затоплення виробок активізація деформацій виражається у величині максимальних осідань до 0,4–0,6 м від кожного відпрацьованого горизонту, а активізація геомеханічних процесів при зволоженні гірських порід приводить до додаткових осідань земної поверхні, величина яких може складати до 20 % загальній потужності відпрацьованих пластів. Очевидно, що вказані цифри залежать від кратності підробки. Процес певно має затухаючий характер і в просторі і часі. Відсутність точних фактичних даних не дозволяє наразі впевнено оцінити з якої глибини затоплення гірничих виробок починається активізація деформаційних процесів на земній поверхні.

Насичення водою підробленого масиву внаслідок фільтраційних процесів і перетоків по тріщинам супроводжується процесами, які є наслідками ефекту Ребіндера. Як відомо, даний ефект може буде інтерпретований як зменшення поверхневої енергії порід при їх змочуванні. Руйнування і ущільнення масиву сприяє зниженню проникненості і коефіцієнта фільтрації. Це також сприяє затуханню процесу. Дослідженнями встановлено, що в результаті ущільнення коефіцієнт фільтрації нижчих шарів падає більш інтенсивно, ніж верхніх [5]. Тому процес активної фільтрації весь час переміщується вгору по повстанню, а в межах нижчих шарів він поступово загасає. З точки зору затоплення вироблених просторів лав це має велике значення, оскільки фронт процесів активізації під час затоплення весь час рухається з рівнем (дзеркалом) підземних вод, рівень яких піднімається. Це означає, що основна активізація процесів зрушень доводиться на земну поверхню і наноси, а не на підземні горизонти. Дослідженнями [6] встановлено, що активізація зрушень при затопленні підробленої товщі, розвивається таким чином, що величина перепаду інтенсивності активізації зрушень (поверхня - глибинні шари) тим більше, чим вище швидкість затоплення. Тому при швидкому затопленні більш глибокі ділянки підробленого масиву не встигатимуть відреагувати на процес затоплення, а основні його негативні наслідки позначаються на земній поверхні.

Єдиним методом досліджень вказаного процесу є математичне моделювання. Схожі задачі вирішуються за допомогою чисельних методів в програмних комплексах MODFLOW, USGS. Але в окресленій задачі цікавим є не стільки рух води і фільтраційні процеси, скільки зміна напружено-деформованого стану і деформації породної товщі внаслідок насичення водою. Тому в якості методу досліджень доцільно використовувати метод кінцевих елементів, реалізований в сучасних програмних пакетах. Це і буде напрямком подальших досліджень.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ГСТУ 101.00159226.001-2003 Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: [Текст]. Затв. Мінпаливенерго України 28.11.2003. – Київ, 2004. – 128 с.
2. Черникова С. А. Прогноз водоподъема в закрывающихся шахтах на основе материалов гидромониторинга восточного Донбасса [Текст] / С.А. Черникова // Маркшейдерия и недропользование, – М.: Горный университет, 2003. – № 1. – С. 27-29.
3. Госк Э. Предварительная оценка эколого-геологического риска затопления шахт Горловской горно-городской агломерации [Текст]: / Э. Госк В.А. Сляднев, Н.А. Юркова, Е.А. Яковлев // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2004. – № 3. – С. 60 – 65.
4. Педченко С.В. Изменение гидрогеологических и инженерно-геологических условий при «мокрой консервации» шахт [Текст] / С.В. Педченко, П.Г. Артеменко, А.Б. Ягмур // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – Донецьк: УкрНДМІ НАНУ, 2010. – № 7 – С. 55 – 63.
5. Cornet F.H., Morin R.H. (1997) Evaluation of hydromechanical coupling in a granite rock mass from a high-volume, high-pressure injection experiment: le mayet de montagne, France. Int. J. Rock Mech. & Min. Sci. Vol. 34, No. 3-4, 207. pp. e1-207.e14.
6. Liao Q. H., Hencher S. R. (1997) Numerical modelling of the hydro-mechanical behaviour of fractured rock masses. Int. J. Rock Mech. & Min. Sci. Vol. 34, No. 3-4, pp. 177.e1-177.e17.